

## 고전류밀도에서 퍼말로이 도금조건이 도금층 구성에 미치는 영향 Effects of the Permalloy Plating Conditions on the Composition of Electrodeposit in High Current Density Region

안지훈\*, 전상현, 강 탁(서울대학교 금속공학과)  
임태홍(한국생산기술연구원)

### 1. 서론

퍼말로이란 니켈과 철의 중량비가 80:20인 합금으로, 보자력이 작고 고주파수에서도 높은 유효 투자율을 가지고 있어, 여러 용도의 연자성 재료로 사용되고 있다.

현재까지의 연구는 일반적으로 수십 mA/cm<sup>2</sup> 이하의 낮은 전류밀도 하에서 박막형태(수  $\mu\text{m}$  두께)의 퍼말로이를 제조하여 자기 헤드 등으로 사용하는 데에 목적을 두고 있으며, 퍼말로이 박판(수십  $\mu\text{m}$  두께)은 현재 압연재로서 코어 재료 등으로 쓰이고 있으나 고가의 수입품에 의존하고 있으며, 두께가 얇을수록 제조비용이 증가하는 단점이 있다. 따라서 전기도금법을 응용한 Electroforming process를 이용하여 퍼말로이 박판을 제조할 수 있다면 자체 기술로써 저렴한 가격으로 많은 수입 대체 효과를 볼 수 있을 것으로 기대되나, 전기도금법으로 박판재를 제조하기 위해서는 기존의 박판도금법을 개량하여 박판재에 맞는 조건을 찾아주어야만 한다.

Fe-Ni 합금 도금의 경우 도금층의 특성뿐만 아니라, 비한 금속이 귀한 금속에 비해 많이 석출되는 이상합금현상이 많은 공정변수에 민감하기 때문에, 정확한 조성을 얻기 위해서는 이들의 제어가 중요하다.

### 2. 실험 방법

본 연구에서는 도금층을 독립적으로 사용하기 위해 스테인리스 음극 위에 도금을 한 후 이를 떼어내었으며, 음극으로는 니켈 판을 사용하였다.(각 전극의 면적 = 2cm × 2cm) 균일한 두께 분포를 얻기 위해 음극과 양극 사이 간격이 좁은 셀(플로우셀; 전극간 거리 = 0.3cm)을 고안하여 사용하였고, 펌프를 이용하여 용액을 순환시킴으로써 교반 속도를 조절하였다. 용액은 기존의 박막헤드용으로 사용하던 용액 중 고전류 밀도용 용액을 사용하되 실험 중 Fe 조성을 변화시켜 보았으며, 도금층의 철함량은 ICP를 이용하여 측정하였다.

### 3. 결과 요약

본 실험 결과, 도금층의 철함량은,

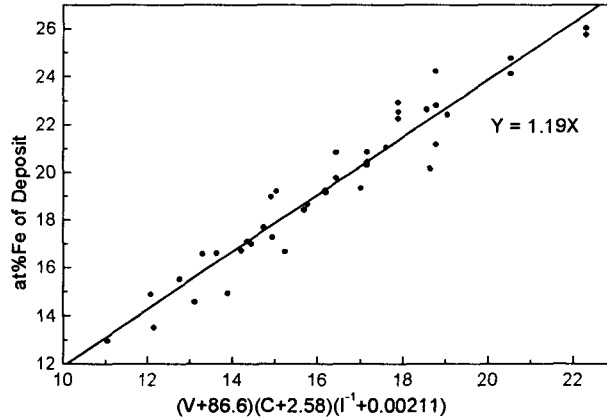
(1) 전류밀도에 반비례한다. 용액 중의 철 조성이 니켈 조성에 비해 상당히 적기 때문

에(대략 1/12 이하), 철의 경우 한계전류밀도에 머무는 반면, 니켈은 전류밀도에 따라 전착되는 양이 많아지기 때문이다.

(2) 용액 중 철 조성에 비례한다. 이는 한계전류밀도가 용액 중 이온의 농도 증가에 따라 직선적으로 증가하기 때문이다.

(3) 유속에 비례한다. 마찬가지로 한계전류밀도를 증가시키기 때문이다. 한계전류밀도는 음극 표면에서의 확산층 두께에 반비례하며, 실험을 통해 플로우셀에서 유속에 따라 확산층 두께가 감소함을 알 수 있었다.

이러한 결과를 토대로 위 그림과 같이 세가지 변수에 대한 도금층의 철함량을 정량화할 수 있었다. 여기에서 V는 전극 사이로 흐르는 용액의 평균 유속(cm/s)이고, C는 용액의  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  조성(g/L), I는 전류밀도( $\text{mA}/\text{cm}^2$ )이다.



#### 참고 문헌

- [1] 최영식, 박사학위 논문, 서울대학교 금속공학과, 1996년
- [2] S. S. Djokic & M. D. Maksimovic, 'Electrodeposition of Nickel-Iron Alloys', Mod. Aspects Electrochem., N. 22, Plenum Press, New York, 1992